

鄂尔多斯盆地的三维可视化及其应用*

邹永玲 韩 玲 杜子涛 丁 辉

(长安大学 地质工程与测绘工程学院 陕西 西安 710054)

摘 要 地形三维可视化作为测绘行业的一项新技术正处于蓬勃发展阶段。以鄂尔多斯盆地为例,着重介绍了基于 ARCGIS 9.0 的三维可视化建库、实现过程,并指出其在矿产勘探中的具体应用。

关键词 三维可视化;DEM;ARCGIS;

中图分类号 :TP391.41

文献标识码 :A

文章编号 :1671-532X(2005)02-0035-03

所谓三维可视化,就是通过电脑屏幕将现实中的空间信息以三维形式更直观、更形象地展示给用户。三维可视化对客观世界的表达能给人以更真实的感受,它以立体造型技术给用户展现地理空间现象(如断裂、地貌景观、微地貌、水系及流域特征等),不仅能表达空间对象间的平面关系,而且能描述和表达它们之间的垂向关系,为人们更好的利用空间信息提供了便利的条件。本项目的目的就是结合多源信息,利用三维可视化直观、全面的特点,分析鄂尔多斯盆地铀矿分布规律,探寻出潜在储区,为我国的核工业发展作贡献。

1 数据源

主要使用以下三种数据:

(1) 鄂尔多斯盆地 1:50000 地形图 采用 1980 西安坐标系,1985 国家高程基准,等高距 10m,图幅范围东经 $109^{\circ}31' \sim 110^{\circ}00'$,北纬 $39^{\circ}30' \sim 39^{\circ}50'$ 。(2) 鄂尔多斯盆地地质矿产图(J-49-II) 原地质部鄂尔多斯石油普查大队 1957-1959 年资料,内蒙古地质局区域地质测量队于 1978 年修测。(3) 遥感数据 采用美国发射的 Landsat-7 卫星 ETM+ 影像,时相为 2002 年 8 月 6 日,ETM+ 与 TM 影像相比增加了一个 ETM+8 波段,此波段为

一全色波段,波谱范围为 $0.5 \sim 0.9 \mu\text{m}$,空间分辨率 15 m。本次项目只截取了伊金霍洛旗子区进行三维可视化研究。

2 数据处理

2.1 空间数据库的建立

数字高程模型(DEM)根据不同的设备和精度要求可以用不同的方法来生成,通常有全数字摄影测量方法、交互式数字摄影测量方法、解析摄影测量方法和扫描矢量化等高线内插方法。扫描矢量化等高线,再内插生成 DEM,以使用的设备简单、精度好、速度快、成本低而成为本次项目的数据库建立方法,其中包括地形图矢量化和地质矿产图矢量化。矢量化之前将地形图和地质矿产图扫描成栅格图像,然后用 Photoshop 7.0 对图像进行一些预处理,如图像旋转、调整图像的亮度和对比度等,这时就可以在 ARCGIS 9.0 中对其进行空间数据库的建立。具体操作流程如下:

(1) 在 ArcCatalog 中建立空间数据库、定义地形图和地质矿产图的投影坐标系统、建立控制点文件;

(2) 在 ArcMap 中,导入控制点文件,分别对地形图和地质矿产图进行校正,然后对地形图的等

* 收稿日期 2005-04-03

基金项目 国家 973 科技攻关项目(2003CB214600)

作者简介 邹永玲(1980-)女,陕西榆林人,长安大学地质工程与测绘工程学院硕士研究生,主要研究方向为三维地形可视化技术理论、方法及其应用。

高线和地质矿产图的地质界线矢量化,并给等高线赋高程值,给地质区域标注地层符号。

在数据库建立过程中应该注意以下两点:

(1)必须给地形图和地质矿产图定义相同的投影坐标系(鄂尔多斯盆地 Bejing-1954-GK-Zone-19),使它们统一到同一地理坐标系(GCS-Beijing-1954)下,并且数据库中的各要素集也要定义相同的地理坐标。

(2)为了更真实的表现地表信息,一定要在山脊、山谷、陡坎等地形变化处添加特征线,尤其是陡坎上、下边缘一定要画出,且不能相交。

2.2 遥感数据处理

遥感影像融合是指通过将测区内同一时相多光谱数据与全色波段融合,提高卫星影像的空间分辨率和光谱分辨率,增强影像判读的准确性^[1]。随着遥感技术的发展,多源遥感数据融合方法层出不穷,根据研究目的,我们采用色彩变换融合方法,将彩色合成的 742 波段图像进行 HIS 变换,然后用高空间分辨率的 ETM+ 8 波段代替 I 分量进行逆变换,其中由于二者分辨率不同,因此要对

742 合成波段进行重采样操作。融合后的图像不仅具有丰富的光谱特性,还具有很高空间特性。

为了实现遥感影像数据和 DEM 的叠合,须把它们统一到同一地理坐标系下,将其坐标空间经过运算处理转换到一个标准坐标空间去,进行几何校正。研究中遥感图像几何校正是在 ArcMap 中以矢量化地形图为依据的,在地形图上选取一定数目特征明显且分布均匀的地面控制点,利用地面控制点建立原始的畸变图像空间与标准空间(高斯—克吕格投影空间)之间的某种对应关系,利用对应关系把畸变空间中的全部像元变换到标准空间^[2]。

2.3 三维可视化实现

描述三维地形的 DEM 有不同的数据结构,比较实用的主要包括正方形格网结构(Grid)、不规则三角网结构(TIN)和 Grid 与 TIN 混合结构,针对研究区域地形复杂、特征线较多的特点,我们采用可以反映地形特征点的 TIN 数据结构,并在 TIN 基础上应用反距离权重法内插来构建地面模型(如图 1 所示)。

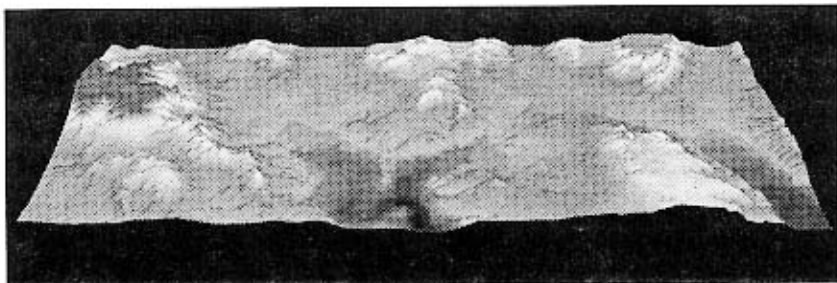


图 1 数字高程模型(DEM)

Fig.1 Digital elevated model

在多源信息叠加中,DEM 是由地形图数字化得来的等高线生成的,因此其与遥感影像、地质矿产矢量图具有相同的坐标空间,三者可以直接进行叠加显示。ARCGIS 9.0 提供了功能强大的三维分析平台 ArcScene,用户只需在 ArcScene 中,导入 DEM 图像,点击属性选项,对 DEM 进行高度夸大或缩小,使达到很好的视觉效果,添加遥感影像和数字化地质矿产图,依据 DEM 给它们赋高程值,三者就可以完美的叠加在一起了(如图 2 所示)。这时根据观察的需要,可以对其旋转、缩放等交互控制,使用户可以从不同位置、方位、高度观察研究区域。

万方数据

3 三维可视化应用

3.1 属性查询

空间数据库是由大量具有属性数据的地理要素组成的,因此所生成的三维可视化模型也具有相应的属性,通过检索、查询工具,用户可以方便的了解该 DEM 是由哪些要素构成、各要素在查询点的属性信息等,如图 3 所示。

3.2 表面积计算

鄂尔多斯盆地资源丰富,经过遥感、航放、物探、地质等多源信息复合,可以探明储矿区的具体范围,结合应用 DEM 三维模型,就可以准确地计算出矿区覆盖表面积。在 TIN 模型基础上,应用

海伦公式计算各三角形表面积^[3]：

$$S=\sqrt{P\times(P-D_1)\times(P-D_2)\times(P-D_3)}$$

$$P=\frac{1}{2}\times(D_1+D_2+D_3)$$

$$D_i=\sqrt{\Delta X_i^2+\Delta Y_i^2+\Delta Z_i^2}(1\leq i\leq 3)$$

式中 D_i 表示第 $i(1\leq i\leq 3)$ 对三角形两顶点

之间的表面距离, S 表示三角形的表面积, P 表示三角形周长的一半,整个区域面积等于各个三角形表面积总和。在 ARCGIS9.0 中提供了直接计算表面积的命令,只需确定计算范围,就可以应用 3D Analyst→Surface Analysis→Area and Volume 方便地计算出矿区表面积。



图 2 DEM、地质界线、遥感图像叠加显示

Fig.2 Overlapping illustration of DEM ,geographical lines and remote control image

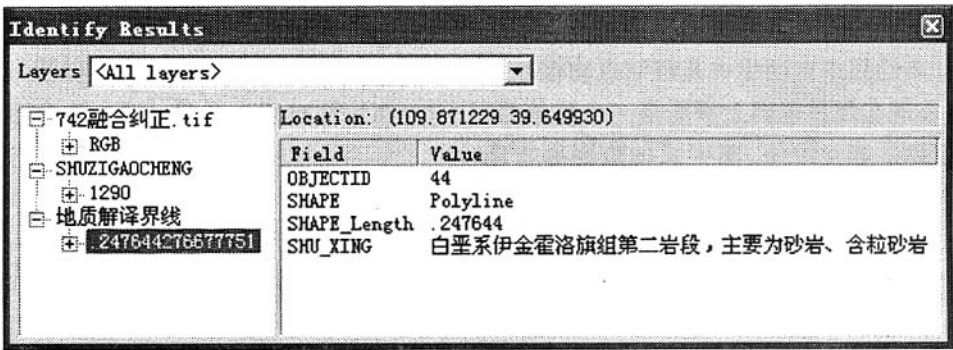


图 3 属性查询窗口

Fig.3 Attributes inquiry window

3.3 漫游显示

三维可视化技术提供了完善的漫游显示功能,它可以根据观察者需要在图像上按指定路线动态显示,实质是三维模型在一系列的坐标变换之后在屏幕上的连续显示,和坐在飞机上观察地面有相同的效果,展示给用户一个宏观、现实的地质区域,使人有身临其境的感觉。

4 结束语

本文以鄂尔多斯盆地的地形三维可视化为例

标,初步实现了地形的动态三维模拟及 DEM 简单应用分析,结合 DEM 和遥感图像进行地质矿产勘探,可以宏观地分析地形、地貌和地质构造等成矿条件,为我国的资源开发奠定基础。随着计算机及图形处理设备性能的不不断提高,地形可视化技术也向着“虚拟现实”发展,其在国民经济和国防建设中的作用将日益重要,应用前景也十分广阔。

(下转第 68 页)

发展 ,可以很方便的编制电算程序进行最危险滑弧面的搜索从而取代手算 ,降低劳动强度。从以上结果得出 ,瑞典法计算 F_s 的误差会随着滑弧圆心角和孔隙水应力的增大而增大 ,因此 ,在进行

土坡稳定分析时 ,除采用瑞典条分法外 ,对 I、II 级的中高坝及一些复杂的情况 ,应同时采用毕肖普法或简布法、斯宾塞法等其他较严格的方法进行计算。

参考文献 :

- [1] 钱家欢 ,殷宗泽 .土工原理与计算 [M].北京 :中国水利水电出版社 ,1996.
- [2] 钱家欢 .土力学 [M].南京 :河海大学出版社 ,1995.

The Study of Sweden and Bishop Methods in Slopes Stability Analysis

YANG Jian¹ , JIANG Go - Yong² , WANG Xing - Jun³

- 1. College of Civil Engineering of Hohai University , Nanjing , Jiangsu 210098 ;
- 2. The Station of Hydraulic Budget Auditing of the First Agricultural Division , Aksu , Xinjiang 843300 ;
- 3. the Station of Hydraulic inspect of the First Agricultural Division , Aksu , Xinjiang 843300)

Abstract :The Sweden and Bishop methods are often applied on the slopes stability analysis. Validated in the same centre of a circle and slide arc , the stability safe coefficient calculated by the Sweden method is lower than Bishop method in that it ignores the side force through a example. The error would increase followed by the addition of the circle centre angle. Therefore , in the important slopes stability analysis , the Bishop and other strict method needed calculation at the same time.

Keywords Sweden ; Bishop ; stability analysis ; study

(上接第 37 页)

参考文献 :

- [1] 张杰林 ,刘德长 ,曹代勇 .基于信息融合的铀矿床遥感数据挖掘技术 [J].世界核地质科学 ,2004 ,21(2) 93 - 98.
- [2] 李小涛 ,杨锋杰 ,宋小宁 .遥感影像三维可视化实现 [J].山东科技大学学报 ,2003 ,22(4) 43 - 44.
- [3] 李志林 ,朱庆 .数字高程模型 [M].武汉 :武汉大学出版社 ,2001.

3D Visualization of The Ordos Basin And It ' s Application

ZOU YONG - ling , HAN Ling , DU Zi - tao , DENG Hui

(School of Geology Engineering and Geomatic , Chang 'an University ,Xi 'an 710054 , China)

Abstract :As a new technology in surveying profession ,3D terrain visualization is developing booming. This paper takes the ordos basin as an example , introduces how to build database of 3D visualization and how to realize it based on ARCGIS 9.0 , points out concrete application of 3D visualization in mineral exploration.

Keywords 3D Visualization ; DEM ; ARCGIS